

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-227276

(43)Date of publication of application : 02.09.1997

(51)Int.Cl.

C30B 15/14
C30B 29/06
// H01L 21/208

(21)Application number : 08-036400

(71)Applicant : SUMITOMO SITIX CORP

(22)Date of filing : 23.02.1996

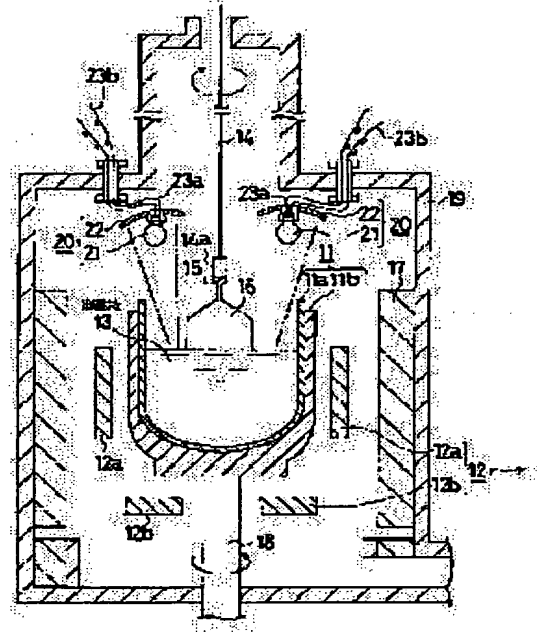
(72)Inventor : IKEDA NAOKI

(54) METHOD FOR PULLING UP SINGLE CRYSTAL AND DEVICE FOR PULLING UP SINGLE CRYSTAL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a method for pulling up a single crystal capable of preventing the deterioration of a quartz crucible by exposure of the crucible to a high temp. for a long time and suppressing the single crystal from having the dislocation in consequence thereof and a device for pulling up the single crystal.

SOLUTION: The single crystal 16 is pulled up under the condition of $\leq 1600^{\circ}\text{C}$ local max. temp of the quartz crucible 11a. An auxiliary heater 20 for directly heating a molten liquid, therefore, is arranged above the crucible 11 in addition to heaters 12a, 12b arranged alongside or alongside and below the crucible 11. The outputs of the heaters 12a, 12b arranged alongside or along side and below the crucible 11 are lowered.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.07.1997

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2937108

[Date of registration] 11.06.1999

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-227276

(43)公開日 平成9年(1997)9月2日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
C 3 0 B 15/14			C 3 0 B 15/14	
29/06	5 0 2		29/06	5 0 2 E
// H 0 1 L 21/208			H 0 1 L 21/208	P

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 5 頁)

(21)出願番号 特願平8-36400

(22)出願日 平成8年(1996)2月23日

(71)出願人 000205351

住友シチックス株式会社

兵庫県尼崎市東浜町1番地

(72)発明者 池田 直紀

大阪府大阪市中央区北浜4丁目5番33号

住友金属工業株式会社内

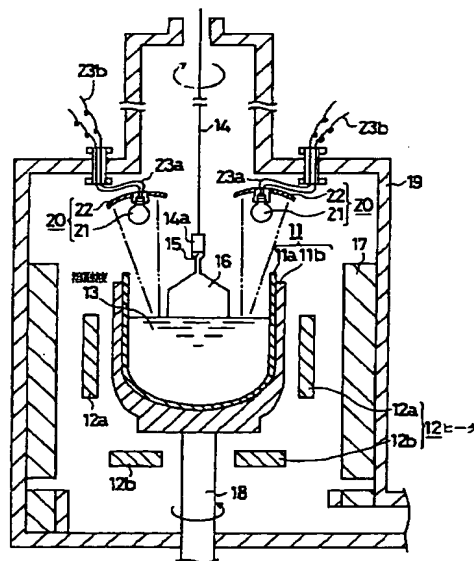
(74)代理人 弁理士 井内 龍二

(54)【発明の名称】 単結晶引き上げ方法及び単結晶引き上げ装置

(57)【要約】

【課題】 従来、C Z法に用いられる単結晶引き上げ装置では、坩堝の側方、又は側方及び下方に配置したヒータにより熔融液を加熱していた。近年、単結晶の大口径化に伴い、多量の熔融液を加熱する必要が生じ、ヒータの出力を上げざるを得ず、そのため石英坩堝の局所的な最高温度が1600℃を超え、石英坩堝が劣化し、単結晶の有転位化率が增大するという課題があった。

【解決手段】 石英坩堝11aの局所的な最高温度が1600℃以下の条件で単結晶16を引き上げる。そのため、坩堝11の側方、又は側方及び下方に配置されたヒータ12a、12bに加え、坩堝11の上方に熔融液を直接加熱するための補助ヒータ20を配置し、坩堝11の側方、又は側方及び下方に配置されたヒータ12a、12bの出力を低下させる。



11a: 石英坩堝
15: 保護蓋
16: 単結晶
20: 補助ヒータ
21: 防外観ランプ
22: ミラー

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 石英坩堝内に形成された熔融液に種結晶を浸して単結晶を引き上げる単結晶引き上げ方法において、前記石英坩堝の局所的最高温度が 1600℃以下の条件で単結晶を引き上げることを特徴とする単結晶引き上げ方法。

【請求項 2】 請求項 1 記載の単結晶引き上げ方法に使用する単結晶引き上げ装置であって、石英坩堝の上方及び側方、又は上方、下方及び側方に前記石英坩堝内の熔融液を加熱するヒータを備えていることを特徴とする単結晶引き上げ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は単結晶引き上げ方法及び単結晶引き上げ装置に関し、より詳細にはチョクラスキー法（以下、CZ法と記す）等により、シリコン等の単結晶を引き上げる単結晶引き上げ方法及び単結晶引き上げ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 LSI（大規模集積回路）等の回路素子形成用基板に使用されるシリコン単結晶は、CZ法によるものが主に用いられている。図 3 は、この CZ 法に用いられる単結晶引き上げ装置の模式的断面図であり、図中 11 は坩堝を示している。

【0003】 坩堝 11 は、有底円筒形状の石英坩堝 11a と、この石英坩堝 11a の外側に嵌合された、同じく有底円筒形状の黒鉛坩堝 11b とから構成されており、坩堝 11 は図中の矢印方向に所定速度で回転する支持軸 18 に支持されている。この坩堝 11 の外側には抵抗加熱式のヒータ 12a、下側にはヒータ 12b、ヒータ 12a の外側には保温筒 17 が同心円状に配置されており、坩堝 11 内にはヒータ 12a により熔融した結晶用原料の熔融液 13 が充填されている。また、坩堝 11 の中心軸上には、引き上げ棒あるいはワイヤー等からなる引き上げ軸 14 が吊設されており、この引き上げ軸 14 の下端には、シードチャック 14a を介して種結晶 15 が取り付けられている。また、これら部材は、圧力の制御が可能な水冷式チャンバ 19 内に配設されている。

【0004】 単結晶 26 を引き上げる際には、チャンバ 19 内を減圧にした後、適当な時間保持して熔融液 13 中のガスを十分に放出させ、その後、不活性ガスを炉内に導入し、減圧の不活性ガス雰囲気とする。次に、シーディング工程として、引き上げ軸 14 の下端に取り付けられた種結晶 15 を熔融液 13 の表面に接触させ、種結晶 15 の先端部を少し熔融させる。次に、ネッキング工程として、引き上げ軸 14 を支持軸 18 と同一軸心で逆方向に所定の速度で回転させながら、種結晶 15 の下端部分に直径 2～4 mm の細さに絞った長さ 20～40 mm の結晶を成長させる。このネッキング工程の後、単結晶 26 の直径を徐々に増大させ、所定の直径を得た後、

製品となる直胴部の引き上げを行う。

【0005】 引き上げの最終段階では、急激な温度変化により高密度の転位が導入されないよう、単結晶 26 の直径を減少させ、終端コーンを形成した後、単結晶 26 を熔融液 13 から切り離す。この後、単結晶 26 を冷却して引き上げが完了する。以上のように、単結晶 26 の引き上げは多数の工程により構成されており、通常、結晶用原料の熔融から単結晶 26 の引き上げを完了するまでに、数十時間を要する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 近年、単結晶生産の効率化、チップ歩留まりの向上を図るため、引き上げる単結晶の直径は次第に大きくなり、一回の引き上げに必要とされる結晶用原料の量も多くなってきている。これに伴い、該結晶用原料を熔融するための坩堝の直径も大きくなり、必要とされるヒータのパワーも増大するとともに、単結晶の引き上げに要する時間もさらに長くなってきている。従って、直接熔融液に接する石英坩堝は、長時間高温にさらされることになり、その劣化は一層激しくなっている。この石英坩堝の劣化により、石英坩堝中に閉じ込められた気泡が成長し、開放される際に熔融液中へ石英パーティクルが混入し、この石英パーティクルが結晶成長界面において、単結晶中に取り込まれた場合、有転位化率が増加するという課題があった。

【0007】 本発明は、上記課題に鑑みなされたものであり、石英坩堝が長時間高温にさらされることによる劣化を防止し、それに起因する単結晶の有転位化を抑制することができる、単結晶引き上げ方法及び単結晶引き上げ装置を提供することを目的としている。

【0008】

【課題を解決するための手段及びその効果】 上記目的を達成するために、本発明に係る単結晶引き上げ方法は、石英坩堝内に形成された熔融液に種結晶を浸して単結晶を引き上げる単結晶引き上げ方法において、前記石英坩堝の局所的最高温度が 1600℃以下の条件で単結晶を引き上げることを特徴としている。

【0009】 上記単結晶引き上げ方法によれば、石英坩堝の劣化を防止することができ、該石英坩堝の劣化に起因する単結晶の有転位化を抑制することができる。

【0010】 また、本発明に係る単結晶引き上げ装置は、上記単結晶引き上げ方法に使用する単結晶引き上げ装置であって、石英坩堝の上方及び側方、又は上方、下方及び側方に前記石英坩堝内の熔融液を加熱するヒータを備えていることを特徴としている。

【0011】 上記単結晶引き上げ装置によれば、石英坩堝の上方に配置されたヒータにより直接熔融液を加熱することができるので、従来の単結晶引き上げ装置と較べて、前記石英坩堝の温度むらの発生による局所的な坩堝温度の上昇を防止することができる。その結果、前記石英坩堝の劣化を防止し、寿命を延長することができ、か

つ単結晶の有転位化を抑制することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る単結晶引き上げ方法及び単結晶引き上げ装置の実施の形態を、図面に基いて説明する。

【0013】図1は、実施の形態に係る単結晶引き上げ装置を、模式的に示した断面図であり、坩堝11の上方に補助ヒータ20が配置されている他は、図3に示した従来の単結晶引き上げ装置と同様に構成されている。従って、ここでは、実施の形態に係る単結晶引き上げ装置の他の部分の構成についての説明を省略し、補助ヒータ20について説明する。

【0014】この補助ヒータ20は、赤外線ランプ21とミラー22とから構成され、ミラー22により、赤外線ランプ21から放射される赤外線を石英坩堝11aの内部に集光し、熔融液13を直接加熱することが可能になっている。チャンバ19の上壁に固定された赤外線ランプ21及びミラー22は耐熱性が要求されるので、ミラー22の材料としては、例えばW、Mo等の耐熱性の金属が好ましい。また、赤外線ランプ21を構成するガラス球は、石英ガラス等が好ましく、発熱体は、タングステン等が好ましい。補助ヒータ20の取り付け位置は、熔融液13になるべく近い方が有利であるが、それを構成する材料の耐熱特性により、熔融面の上方200mm程度の場所が望ましい。

【0015】なお、本実施の形態においては、補助ヒータ20として赤外線ランプ21が配置された例を示したが、他の実施の形態としては、補助ヒータ20に、例えばカーボンヒータ、レーザ発生装置、電子線発生装置、高周波加熱装置等を使用してもよい。

【0016】次に、本発明の実施の形態に係る単結晶引き

本発明に使用する単結晶引き上げ装置

ヒータ12の種類 ヒータ12の寸法	抵抗加熱式 内径：730mm、外径：780mm、厚さ：25mm
補助ヒータ20	赤外線ランプ21とミラー22との組み合わせ（2個）
坩堝11の上縁と補助ヒータ20との垂直距離	170mm
ミラー22の形状	平面視円形（直径：200mm）
石英坩堝11aの寸法	直径：610mm、深さ：360mm
チャンバ19の寸法	内径：1200mm、高さ：1880mm
チャンバ19内の雰囲気 Arの流量 圧力	Ar雰囲気 60リットル/分 1.33×10 ⁻⁵ Pa

【0021】原料の仕込量：150kg

【0022】

*き上げ方法を説明する。まず、結晶用原料を坩堝11内に充填し、坩堝11の側方及び下方に配置されたヒータ12a、12bに通電して、坩堝11内の結晶用原料を加熱し、該結晶用原料を熔融させる。この場合、補助ヒータ20を使用することにより、一層迅速に、かつ石英坩堝の最高温度を低くしながら、結晶用原料を熔融させることができる。

【0017】また、単結晶16を引き上げる際にも、補助ヒータ20を使用して熔融液13の表面に赤外線を照射し、熔融液13を直接加熱するので、坩堝11の側方、又は側方及び下方に配置されたヒータ12aの出力を小さくすることができ、石英坩堝11aの最高温度部を、1600℃以下に維持することができる。

【0018】なお、ここでは、CZ法により単結晶16を引き上げる場合について説明したが、石英坩堝11a内の上部に熔融層、下部に固体層を形成する、いわゆる熔融層法の場合でも、同様の方法により、石英坩堝11aの局部の温度が過度に上昇するのを抑制し、単結晶が有転位化するのを抑制することができる。

【0019】

【実施例及び比較例】以下、本発明に係る単結晶引き上げ方法及び単結晶引き上げ装置の実施例を説明する。本実施例においては、図1に示す単結晶引き上げ装置を使用し、直径6インチ、長さ500mmのシリコン単結晶を製造した。その条件を下表に示す。なお、比較例として、図3に示す従来の単結晶引き上げ装置で、同様のシリコン単結晶を製造した場合のデータも、下表に付記した。

【0020】

【表1】

【表2】

原料の溶融条件

	ヒータのパワー (kW)			溶融に要した時間 (Hr)
	ヒータ12a	ヒータ12b	補助ヒータ20	
実施例1～3	50	40	40	8
比較例1 (補助ヒータなし)	70	40	—	10

【0023】

* * 【表3】

引き上げ条件

ヒータ パワー他	ヒータのパワー (kW)			石英坩堝の 最高温度 (℃)	引き上げに 要した時間 (Hr)
	ヒータ12a	ヒータ12b	補助ヒータ20		
実施例1	50	0	40	1500	28
実施例2	59	0	32	1550	28
実施例3	64	0	25	1600	28
比較例1	70	0	0	1650	30

注) 石英坩堝11aの温度は、石英坩堝11aと黒鉛坩堝11bの間に熱電対を多数本挿入し、坩堝11の回転を止めた状態で実測した。

【0024】

【表4】

その他	結晶の回転速度 (rpm)	引き上げ速度 (mm/分)	坩堝の回転速度 (rpm)
実施例1	12	0.7	6
実施例2	12	0.7	6
実施例3	12	0.7	6
比較例1	12	0.7	6

【0025】図2は、実施例1～3及び比較例1についての、シリコン単結晶の有転位化の割合と、石英坩堝11aの局所的な最高温度との関係を示したグラフである。

【0026】図2より明らかなように、実施例1～3の場合は、有転位化の割合がいずれも5%未満であるが、従来法による場合(比較例1)において、石英坩堝11aの局所的な最高温度が1600℃を超えると、有転位化の割合が約8%に急激に上昇している。

【0027】以上のように、本発明に係る単結晶引き上げ装置を用いることにより、石英坩堝11aの局所的な

最高温度を1600℃以下にすることができ、石英坩堝11aの劣化を防止することができる。その結果、引き上げた単結晶中の有転位化結晶の割合を5%未満に抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態に係る単結晶引き上げ装置を、模式的に示した断面図である。

【図2】実施例及び比較例の場合における、単結晶の有転位化の割合と石英坩堝の局所的な最高温度との関係を示したグラフである。

【図3】従来のCZ法に用いられる単結晶引き上げ装置を、模式的に示した断面図である。

【符号の説明】

11a 石英坩堝

12a、12b ヒータ

13 熔融液

15 種結晶

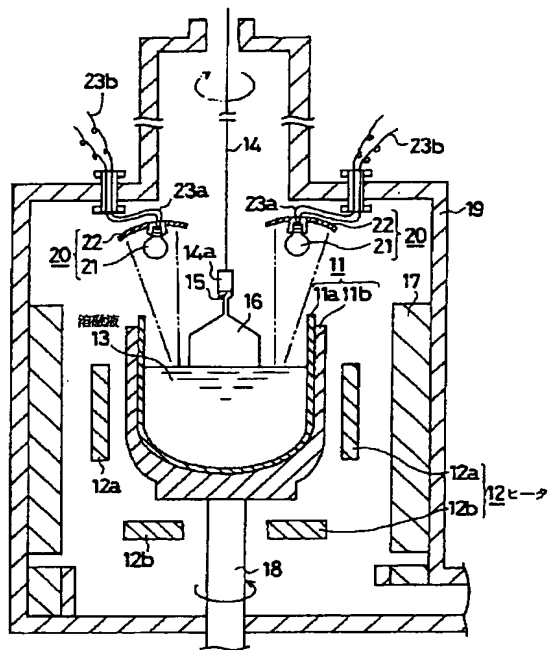
16 単結晶

20 補助ヒータ

21 赤外線ランプ

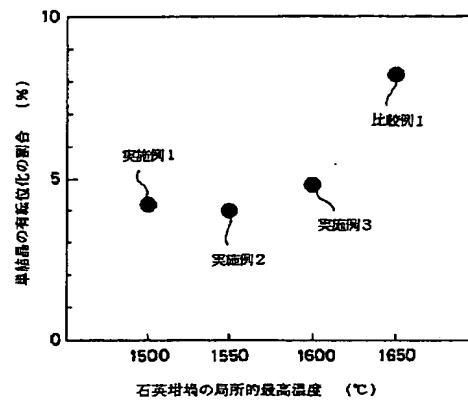
22 ミラー

【図1】

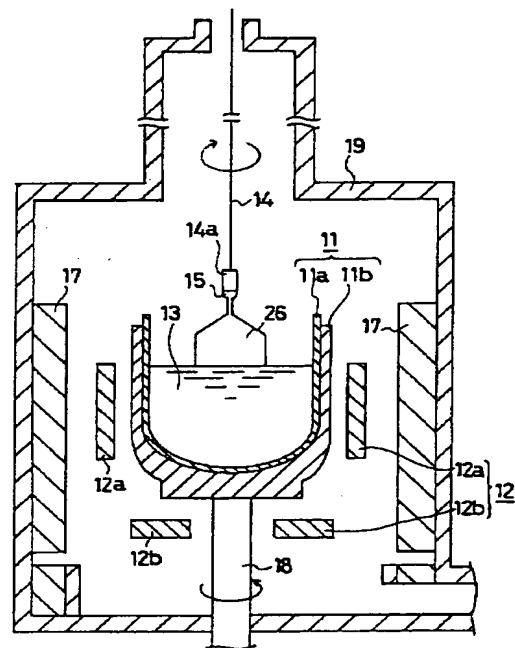


- 11a: 石英坩堝
 15: 種結晶
 16: 単結晶
 20: 補助ヒータ
 21: 赤外線ランプ
 22: ミラー

【図2】



【図3】



* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The single crystal raising approach characterized by the local maximum temperature of said quartz crucible pulling up a single crystal on conditions 1600 degrees C or less in the single crystal raising approach of dipping seed crystal in the melting liquid formed in quartz crucible, and pulling up a single crystal.

[Claim 2] Single crystal raising equipment which is single crystal raising equipment used for the single crystal raising approach according to claim 1, and is characterized by having the heater which heats the melting liquid in said quartz crucible to the upper part and the side or the upper part, the lower part, and the side of quartz crucible.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the single crystal raising approach and single crystal raising equipment which pull up single crystals, such as silicon, with the Czochralski method (it is hereafter described as a CZ process) etc. more about the single crystal raising approach and single crystal raising equipment at a detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] What twists the silicon single crystal used for substrates for circuit element formation, such as LSI (large-scale integrated circuit), to a CZ process is mainly used. Drawing 3 is the typical sectional view of the single crystal raising equipment used for this CZ process, and 11 in drawing shows crucible.

[0003] It is supported by the support [by which fitting of the crucible 11 was carried out to the outside of closed-end cylindrical shape-like quartz crucible 11a and this quartz crucible 11a] shaft 18 which closed-end cylindrical shape-like graphite crucible 11b is similarly consisted of, and crucible 11 rotates at a predetermined rate in the direction of an arrow head in drawing. A heat insulating mould 17 is arranged on the outside of this crucible 11 at heater 12a of a resistance heating type, and is arranged [with the down side] concentric circular at the outside of heater 12b and heater 12a, and it fills up with the melting liquid 13 of the raw material for a crystal fused by heater 12a in crucible 11. Moreover, on the medial axis of crucible 11, the raising shaft 14 which consists of a raising rod or a wire is hung, and seed crystal 15 is attached in the lower limit of this raising shaft 14 through seed-chuck 14a. Moreover, these members are arranged in the water cooling type chamber 19 which can control a pressure.

[0004] suitable, after making the inside of a chamber 19 reduced pressure, in case a single crystal 26 is pulled up -- time amount maintenance is carried out, and the gas in melting liquid 13 is made to fully emit, inert gas is introduced in a furnace after that, and it considers as the inert gas ambient atmosphere of reduced pressure. Next, the seed crystal 15 attached in the lower limit of the raising shaft 14 is contacted on the front face of melting liquid 13 as a seeding process, and melting of a little point of seed crystal 15 is carried out. Next, the crystal with a die length of 20-40mm extracted to the lower limit part of seed crystal 15 at thinness with a diameter of 2-4mm is grown up as a necking process, making hard flow rotate the raising shaft 14 at the rate of predetermined with the same axial center as the support shaft 18. After increasing the diameter of a single crystal 26 gradually after this necking process and obtaining a predetermined diameter, the body section used as a product is raised.

[0005] In the culmination of raising, after decreasing the diameter of a single crystal 26 and forming a termination cone so that the rearrangement of high density may not be introduced by the rapid temperature change, a single crystal 26 is separated from melting liquid 13. Then, a single crystal 26 is cooled and raising is completed. As mentioned above, raising of a single crystal 26 is constituted by many processes, and it usually takes dozens of hours to complete raising of a single crystal 26 from melting of the raw material for a crystal.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to aim at increase in efficiency of single crystal production, and improvement in the chip yield in recent years, the diameter of the single crystal to

pull up becomes large gradually, and the amount of the raw material for a crystal needed for one raising is also increasing. The diameter of the crucible for fusing this raw material for a crystal in connection with this also becomes large, and while the power of the heater needed also increases, the time amount which raising of a single crystal takes is also becoming still longer. Therefore, the quartz crucible which touches direct melting liquid will be exposed to a long duration elevated temperature, and the degradation is much more intense. When the air bubbles shut up into quartz crucible grew, and were wide opened by degradation of this quartz crucible, quartz particle mixed and this quartz particle was incorporated in a single crystal in a crystal growth interface into melting liquid, the technical problem that the rate of the formation of an owner rearrangement increased occurred.

[0007] This invention is made in view of the above-mentioned technical problem, prevents degradation by quartz crucible being exposed to an elevated temperature for a long time, and aims at offering the single crystal raising approach and single crystal raising equipment which can control owner rearrangement-ization of the single crystal resulting from it.

[0008]

[The means for solving a technical problem and its effectiveness] In order to attain the above-mentioned purpose, the single crystal raising approach concerning this invention is characterized by the local maximum temperature of said quartz crucible pulling up a single crystal on conditions 1600 degrees C or less in the single crystal raising approach of dipping seed crystal in the melting liquid formed in quartz crucible, and pulling up a single crystal.

[0009] According to the above-mentioned single crystal raising approach, degradation of quartz crucible can be prevented and owner rearrangement-ization of the single crystal resulting from degradation of this quartz crucible can be controlled.

[0010] Moreover, the single crystal raising equipment concerning this invention is single crystal raising equipment used for the above-mentioned single crystal raising approach, and is characterized by having the heater which heats the melting liquid in said quartz crucible to the upper part and the side or the upper part, the lower part, and the side of quartz crucible.

[0011] Since direct melting liquid can be heated at the heater arranged above quartz crucible according to the above-mentioned single crystal raising equipment, compared with conventional single crystal raising equipment, the rise of the local crucible temperature by generating of the temperature unevenness of said quartz crucible can be prevented. Consequently, degradation of said quartz crucible can be prevented, and a life can be extended, and owner rearrangement-ization of a single crystal can be controlled.

[0012]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of the single crystal raising approach concerning this invention and single crystal raising equipment is explained based on a drawing.
 [0013] Drawing 1 is the sectional view having shown typically the single crystal raising equipment concerning the gestalt of operation, and is constituted like the conventional single crystal raising equipment which the space heater 20 is arranged above crucible 11, and also was shown in drawing 3 . Therefore, the explanation about the configuration of other parts of the single crystal raising equipment concerning the gestalt of operation is omitted, and a space heater 20 is explained here.

[0014] This space heater 20 consisted of an infrared lamp 21 and a mirror 22, condensed the infrared radiation emitted from an infrared lamp 21 by the mirror 22 inside quartz crucible 11a, can heat melting liquid 13 directly and has come it. Since thermal resistance is required, as an ingredient of a mirror 22, heat-resistant metals of the infrared lamp 21 and mirror 22 which were fixed to the upper wall of a chamber 19, such as W and Mo, are desirable, for example. Moreover, the bulb which constitutes an infrared lamp 21 has desirable quartz glass etc., and the tungsten of a heating element etc. is desirable. Although the installation location of a space heater 20 has an advantageous direction near [as possible] melting liquid 13, its location of about 200mm of upper parts of a fusion face is desirable by the heat-resistant property of the ingredient which constitutes it.

[0015] In addition, in the gestalt of this operation, although the example by which the infrared lamp 21 has been arranged as a space heater 20 was shown, as a gestalt of other operations, for example, a carbon heater, a laser generator, an electron ray generator, high-frequency-heating equipment, etc.

may be used for a space heater 20.

[0016] Next, the single crystal raising approach concerning the gestalt of operation of this invention is explained. First, it is filled up with the raw material for a crystal in crucible 11, it energizes at the side and the heaters 12a and 12b arranged caudad of crucible 11, the raw material for a crystal in crucible 11 is heated, and melting of this raw material for a crystal is carried out. In this case, melting of the raw material for a crystal can be carried out still more quickly by using a space heater 20, making the maximum temperature of quartz crucible low.

[0017] Moreover, since infrared radiation is irradiated on the front face of melting liquid 13 using a space heater 20 and melting liquid 13 is directly heated also in case a single crystal 16 is pulled up, the side of crucible 11 or the side, and the output of heater 12a arranged caudad can be made small, and the maximum-temperature section of quartz crucible 11a can be maintained at 1600 degrees C or less.

[0018] In addition, also in the case of the so-called melting layer method which forms a melting layer in the upper part in quartz crucible 11a, and forms a solid-state layer in the lower part, although the case where a single crystal 16 was pulled up by the CZ process was explained, it can control that control that the temperature of the part of quartz crucible 11a rises too much, and a single crystal forms it into an owner rearrangement by the same approach here.

[0019]

[Working Example(s) and Comparative Example(s)] Hereafter, the example of the single crystal raising approach concerning this invention and single crystal raising equipment is explained. In this example, the single crystal raising equipment shown in drawing 1 was used, and the silicon single crystal with a diameter [of 6 inches] and a die length of 500mm was manufactured. The condition is shown in the following table. In addition, the data at the time of manufacturing the same silicon single crystal were also appended to the following table as an example of a comparison with the conventional single crystal raising equipment shown in drawing 3.

[0020]

[Table 1]

本発明に使用する単結晶引き上げ装置

ヒータ12の種類 ヒータ12の寸法	抵抗加熱式 内径：730mm、外径：780mm、厚さ：25mm
補助ヒータ20	赤外線ランプ21とミラー22との組み合わせ（2個）
坩堝11の上縁と補助ヒータ20との垂直距離	170mm
ミラー22の形状	平面視円形（直径：200mm）
石英坩堝11aの寸法	直径：610mm、深さ：360mm
チャンバ19の寸法	内径：1200mm、高さ：1880mm
チャンバ19内の雰囲気 Arの流量 圧力	Ar雰囲気 60リットル/分 1.33×10 ⁻¹ Pa

[0021] The charge of a raw material: 150kg [0022]

[Table 2]

原料の溶融条件

	ヒータのパワー (kW)			溶融に要した時間 (Hr)
	ヒータ12a	ヒータ12b	補助ヒータ20	
実施例1～3	50	40	40	8
比較例1 (補助ヒータなし)	70	40	—	10

[0023]

[Table 3]

引き上げ条件

ヒータ パワー他	ヒータのパワー (kW)			石英坩堝の 最高温度 (℃)	引き上げに 要した時間 (Hr)
	ヒータ12a	ヒータ12b	補助ヒータ20		
実施例1	50	0	40	1500	28
実施例2	59	0	32	1550	28
実施例3	64	0	25	1600	28
比較例1	70	0	0	1650	30

注) 石英坩堝11aの温度は、石英坩堝11aと黒鉛坩堝11bの間に熱電対を多数本挿入し、坩堝11の回転を止めた状態で実測した。

[0024]

[Table 4]

その他	結晶の回転速度 (rpm)	引き上げ速度 (mm/分)	坩堝の回転速度 (rpm)
実施例1	12	0.7	6
実施例2	12	0.7	6
実施例3	12	0.7	6
比較例1	12	0.7	6

[0025] Drawing 2 is the graph which showed relation with the local maximum temperature of quartz crucible 11a of the formation of an owner rearrangement of a silicon single crystal about examples 1-3 and the example 1 of a comparison comparatively.

[0026] If each percentage of the formation of an owner rearrangement is less than 5% in the case of examples 1-3, but the local maximum temperature of quartz crucible 11a exceeds 1600 degrees C when based on a conventional method (example 1 of a comparison) so that more clearly than drawing 2, the rate of the formation of an owner rearrangement will rise rapidly to about 8%.

[0027] As mentioned above, by using the single crystal raising equipment concerning this invention, the local maximum temperature of quartz crucible 11a can be made into 1600 degrees C or less, and degradation of quartz crucible 11a can be prevented. Consequently, the rate of the owner rearrangement-ized crystal in the single crystal pulled up can be controlled to less than 5%.

[Translation done.]

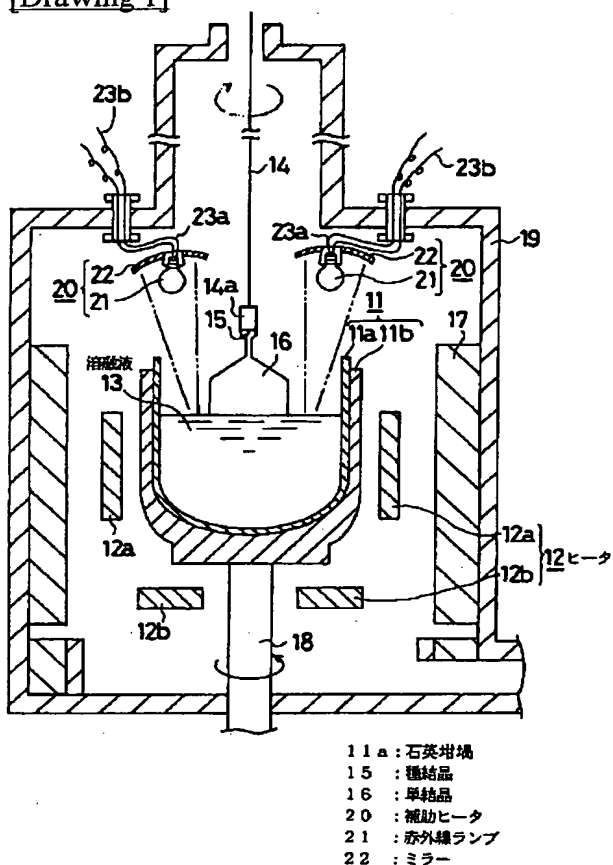
* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

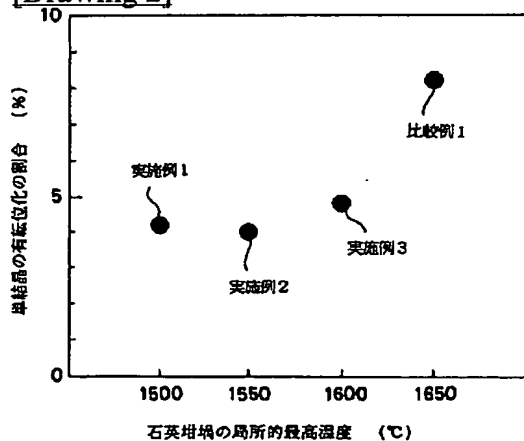
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

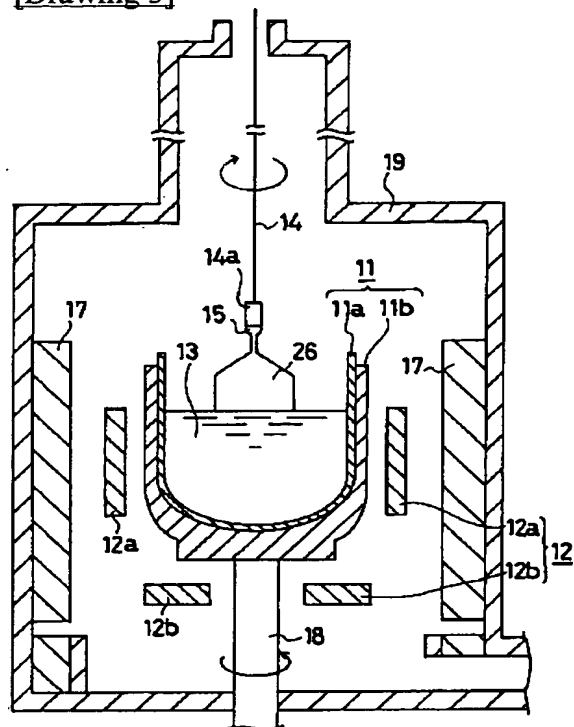
[Drawing 1]



[Drawing 2]



[Drawing 3]



[Translation done.]